

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-286415

(43)Date of publication of application : 03.10.2002

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G06T 1/00

(21)Application number : 2001-086158

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.2001

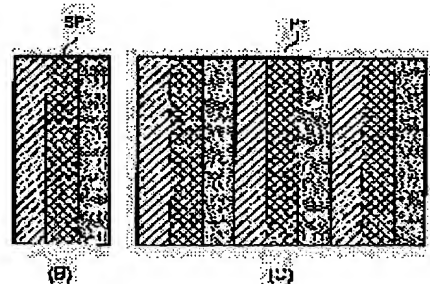
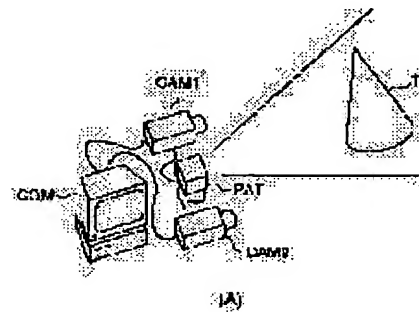
(72)Inventor : IWAKI HIDEKAZU

(54) DISTANCE INFORMATION ACQUISITION DEVICE OR SYSTEM, PATTERN PROJECTOR, AND DISTANCE ACQUISITION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an error of distance measuring, simplify the manufacturing process, and facilitate the management and calibration of a distance information acquisition device.

SOLUTION: A pattern is projected to an object T to be picked up as a target for distance measurement from a pattern projector PAT, and an image picked up by an image sensing device CAM1 (CAM2) is used to acquire a distance information. In such a technology, a sub pattern SP1 is formed of at least three kinds of pattern pieces that can be optically discriminated, and a computer COM uses a pattern P1 obtained from the combination of the sub pattern SP1 to specify what sub pattern SP1 of the pattern P1 the pattern piece belongs to, according to the optical characteristic and positional coordinate of the pattern piece shown on the image, and the obtained result is used to compute a distance information to the target T.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-286415
(P2002-286415A)

(43) 公開日 平成14年10月3日 (2002.10.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	B 2 F 0 6 5
G 0 6 T 1/00	3 1 5	G 0 6 T 1/00	3 1 5 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-86158 (P2001-86158)

(22) 出願日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 岩城 秀和

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

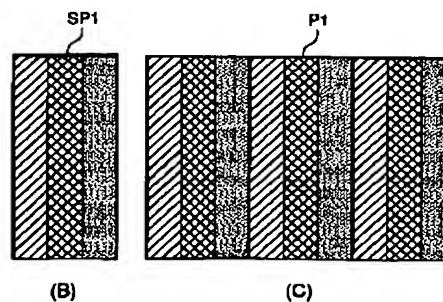
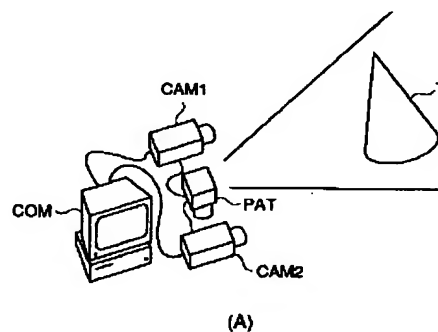
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離情報取得装置又はシステム、パターン投影装置、及び、距離情報取得方法

(57) 【要約】

【課題】 測距エラーを防止すると共に、製造工程の簡略化や管理、キャリブレーションなどの容易化を成し遂げること。

【解決手段】 パターン投影装置 P A T により測距対象である撮像対象 T にパターンを投影し、撮像装置 C A M 1 (C A M 2) で撮像した画像から距離情報を取得する技術において、光学的に判別可能な特徴を持つ少なくとも3種類以上のパターン片でサブパターン S P 1 を構成し、そのサブパターン S P 1 の組み合わせで得られたパターン P 1 を用い、コンピュータ C O M は、撮像された画像に映っているパターン片の光学的特徴と位置座標に基づいて、上記画像に映っているパターン片それぞれが上記パターン P 1 中のどのサブパターン S P 1 に属するパターン片かの対応を特定し、その特定結果を利用して、上記撮像対象 T までの距離情報を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、前記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得装置において、

光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも 3 種類以上の要素で要素群が構成され、前記要素群の組み合わせで得られたパターンを前記撮像対象に投影するパターン投影手段と、

前記パターン投影手段から所定の距離離れて設置され、前記パターンが投影されている撮像対象を撮像する撮像手段と、

前記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素の光学的特徴と位置座標とに基づいて、前記画像に映っている要素それぞれが前記パターン中のどの要素群に属する要素かの対応を特定する対応特定手段と、

を具備し、前記対応特定手段の特定結果を利用して前記撮像対象までの距離情報を算出する距離情報取得装置。

【請求項 2】 前記パターンは、前記パターン投影手段と前記撮像手段とを結んだ基線方向に前記要素を並べると共に、前記要素群を繰り返すことにより形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の距離情報取得装置。

【請求項 3】 前記パターンは、前記要素群上の一部に個々の要素群を特定する目印が付加されていることを特徴とする請求項 2 に記載の距離情報取得装置。

【請求項 4】 前記パターンは、前記パターン投影手段と前記撮像手段とを結んだ基線方向に前記要素を並べると共に、複数の特徴の異なる要素群で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の距離情報取得装置。

【請求項 5】 前記距離情報取得装置の遠側測定限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅は、測距可能範囲によって決定される最小幅以上の大きさとする特徴とする請求項 1 に記載の距離情報取得装置。

【請求項 6】 前記距離情報取得装置の遠側測距限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅を、測距可能範囲に従って変更する手段を更に具備することを特徴とする請求項 5 に記載の距離情報取得装置。

【請求項 7】 所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより前記撮像対象までの距離情報を取得するためのパターン投影装置であって、
光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも 3 種類以上の要素で要素群が構成され、前記要素群の組み合わせで得られたパターンを前記撮像対象に投影するパターン投影手段を具備することを特徴とするパターン投影装置。

【請求項 8】 前記パターンは、前記要素群を繰り返すことにより形成されることを特徴とする請求項 7 に記載のパターン投影装置。

【請求項 9】 前記パターンは、前記要素群上の一部に個々の要素群を特定する目印が付加されていることを特徴とする請求項 8 に記載のパターン投影装置。

【請求項 10】 前記パターンは、複数の特徴の異なる要素群で構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載のパターン投影装置。

【請求項 11】 前記パターン投影装置を用いた距離情報取得装置の遠側測距限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅は、前記距離情報取得装置の測距可能範囲によって決定される最小幅以上の大きさとする特徴とする請求項 7 に記載のパターン投影装置。

【請求項 12】 前記パターン投影装置を用いた距離情報取得装置の遠側測定限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅を、前記距離情報取得装置の測距可能範囲に従って変更する手段を更に具備することを特徴とする請求項 11 に記載のパターン投影装置。

【請求項 13】 所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、前記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得方法において、

光学的に判別可能な特徴を持つ少なくとも 3 種類以上の要素で要素群が構成され、前記要素群の組み合わせで得られたパターンを前記撮像対象に投影し、

前記パターンが投影されている前記撮像対象を、前記パターンを投影するパターン投影手段から所定の距離離れた位置から撮像手段によって撮像し、

前記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素の光学的特徴と位置座標に基づいて、前記画像に映っている要素それぞれが前記パターン中のどの要素群に属する要素かの対応を特定し、

前記特定結果を利用して、前記撮像対象までの距離情報を算出する、ことを特徴とする距離情報取得方法。

【請求項 14】 前記パターンは、前記パターン投影手段と前記撮像手段とを結んだ基線方向に前記要素を並べると共に、前記要素群を繰り返すことにより形成されることを特徴とする請求項 13 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 15】 前記パターンは、前記要素群上の一部に個々の要素群を特定する目印が付加されていることを特徴とする請求項 14 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 16】 前記パターンは、前記パターン投影手段と前記撮像手段とを結んだ基線方向に前記要素を並べると共に、複数の特徴の異なる要素群で構成されていることを特徴とする請求項 13 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 17】 前記距離情報取得方法の遠側測距限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅は、測距可能範囲によって決定される最小

幅以上の大きさとすることを特徴とする請求項 13 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 18】 前記距離情報取得方法の遠側測距限界位置に相当する平面に前記パターンを投影した場合の前記要素群の幅を、測距可能範囲に従って変更することを特徴とする請求項 17 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 19】 前記要素群が高輝度高彩度色で構成されていることを特徴とする請求項 13 に記載の距離情報取得方法。

【請求項 20】 所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、前記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得装置又はシステムであって、
光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも 3 種類以上の要素で構成され、
前記要素のうち少なくとも 1 種類が複数個含まれているパターンを撮像対象に投影するパターン投影手段と、
前記パターン投影手段から所定の距離離れて設置され、前記パターンが投影されている撮像対象を撮像する撮像手段と、
前記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素の光学的特徴と位置座標に基づいて、前記画像に映っている要素それぞれが前記パターン中のどの要素かの対応を特定する対応特定手段とを具備し、
前記パターンを遠側測距限界位置が含まれる面に投影した時、前記複数個含まれる要素の一つが出現してから再び同一種類の要素が出現する直前までの距離が、測距範囲に基づいて決定される最小値以上であることを特徴とする距離情報取得装置又はシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、上記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得装置又はシステム及び距離情報取得方法、並びに、それらに用いられるパターン投影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、被測定物までの距離を測定する方法として、中間調を多用した非繰り返しパターンを被測定物に投影するパターン投影法（パターン投影による 3 次元形状取得）が知られている。

【0003】これは、図 9 の（A）に示すように、被測定物である撮像対象 T に所定のパターンを投影装置 P A T で投影し、その画像を撮像素子（カメラ）C A M で撮像し、これをコンピュータ C O M で解析することにより、撮像対象 T の 3 次元データ、いわゆる撮像対象 T の各部までの距離情報を取得するものである。

【0004】より具体的には、図 9 の（B）に示されるようなパターン P をプリントしたフィルムを、光源を含

む投影装置 P A T の投光光学系と撮像対象 T との間に配してパターンを投影する構成となっている。この例は、9 個のパターン片で構成されたパターン P である。なお、図 9 の（B）中のハッチングは、各パターン片の光学的特徴（色、階調、或いは模様、等）がお互いに異なることを示している。

【0005】ところで、より精度良く、より多くの部位の測距を行おうとすると、投影パターンにおけるパターン片数（本例では縞の数）を増加させる必要があり、これに伴って、中間調（色）の多用が要求されてくる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、測距する測定点を増加させ、正確な 3 次元情報（距離情報）を取得するためには、投影パターンの要素（パターン片、或いは縞模様）数の増加が必要となる。このため、隣り合うパターン片間の色或いは階調の差異が小さくなり、この投影パターンが投影された撮像対象の画像を撮像、量子化する場合、次のような問題が予想される。

【0007】（1）精度、解像度を上げようとする、精細な且つ多値の中間（色）調を持つパターンを投影しなければならず、パターン片間の差異が小さくなり、量子化誤差が発生し易く、最終的には測距エラーの原因となる。

【0008】（2）投影パターンの制作における色調・階調の再現精度の向上が必要となり、製造工程の複雑化や管理、キャリブレーションなどが面倒になる可能性が高い。

【0009】本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、測距エラーを防止できると共に、製造工程の簡略化や管理、キャリブレーションなどの容易化を成し遂げることの可能な距離情報取得装置又はシステム、パターン投影装置、及び、距離情報取得方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による距離情報取得装置は、所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、上記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得装置において、光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも 3 種類以上の要素（パターン片）で要素群（サブパターン）が構成され、上記要素群（サブパターン）の組み合わせで得られたパターンを上記撮像対象に投影するパターン投影手段と、上記パターン投影手段から所定の距離離れて設置され、上記パターンが投影されている撮像対象を撮像する撮像手段と、上記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素（パターン片）の光学的特徴と位置座標とに基づいて、上記画像に映っている要素（パターン片）それぞれが上記パターン中のどの要素群（サブパターン）に属する要素（パターン片）かの対応を特定する対応特定手段とを具備し、

上記対応特定手段の特定結果を利用して上記撮像対象までの距離情報を算出することを特徴とする。

【0011】また、本発明によるパターン投影装置は、所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより上記撮像対象までの距離情報を取得するためのパターン投影装置であって、光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも3種類以上の要素（パターン片）で要素群（サブパターン）が構成され、上記要素群（サブパターン）の組み合わせで得られたパターンを上記撮像対象に投影するパターン投影手段を具備することを特徴とする。

【0012】また、本発明による距離情報取得方法は、所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、上記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得方法において、光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも3種類以上の要素（パターン片）で要素群（サブパターン）が構成され、上記要素群（サブパターン）の組み合わせで得られたパターンを上記撮像対象に投影し、上記パターンが投影されている上記撮像対象を、上記パターンを投影するパターン投影手段から所定の距離離れた位置から撮像手段によって撮像し、上記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素（パターン片）の光学的特徴と位置座標に基づいて、上記画像に映っている要素（パターン片）それぞれが上記パターン中のどの要素群（サブパターン）に属する要素（パターン片）かの対応を特定し、上記特定結果を利用して、上記撮像対象までの距離情報を算出することを特徴とする。

【0013】また、本発明による距離情報取得装置又はシステムは、所定のパターンを投影された撮像対象を撮像し、撮像された画像を解析することにより、上記撮像対象までの距離情報を取得する距離情報取得装置又はシステムであって、光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも3種類以上の要素（パターン片）で構成され、上記要素（パターン片）のうち少なくとも1種類が複数個含まれているパターンを撮像対象に投影するパターン投影手段と、上記パターン投影手段から所定の距離離れて設置され、上記パターンが投影されている撮像対象を撮像する撮像手段と、上記撮像手段によって撮像された画像に映っている要素（パターン片）の光学的特徴と位置座標に基づいて、上記画像に映っている要素（パターン片）それぞれが上記パターン中のどの要素（パターン片）かの対応を特定する対応特定手段とを具備し、上記パターンを遠側測距限界位置が含まれる面に投影した時、上記複数個含まれる要素（パターン片）の一つが出現してから再び同一種類の要素（パターン片）が出現する直前までの距離が、測距範囲に基づいて決定される最小値以上であることを特徴とする。

【0014】即ち、本発明の距離情報取得装置又はシステム、パターン投影装置、及び、距離情報取得方法によ

れば、測距対象である撮像対象にパターンを投影し、撮像した画像から距離情報を取得する技術において、光学的に判別可能な特徴をもつ少なくとも3種類以上の要素（パターン片）で要素群（サブパターン）が構成され、上記要素群（サブパターン）の組み合わせで得られたパターンを用い、撮像された画像に映っている要素（パターン片）の光学的特徴と位置座標に基づいて、上記画像に映っている要素（パターン片）それぞれが上記パターン中のどの要素群（サブパターン）に属する要素（パターン片）かの対応を特定し、その特定結果を利用して、上記撮像対象までの距離情報を算出する。

【0015】なお、上記パターンは、上記パターン投影手段と上記撮像手段とを結んだ基線方向に上記要素（パターン片）を並べると共に、上記要素群（サブパターン）を繰り返すことにより形成されるものである。

【0016】また、上記パターンは、上記要素群（サブパターン）上の一部に個々の要素群（サブパターン）を特定する目印が付加されているものとしても良い。

【0017】あるいは、上記パターンは、上記パターン投影手段と上記撮像手段とを結んだ基線方向に上記要素（パターン片）を並べると共に、複数の特徴の異なる要素群（サブパターン）で構成されていても良い。

【0018】また、上記距離情報取得装置の遠側測定限界位置に相当する平面上に上記パターンを投影した場合の上記要素群（サブパターン）の幅は、測距可能範囲（近側測距限界位置から遠側測距限界位置）によって決定される最小幅以上の大きさとする。

【0019】更に、上記距離情報取得装置の遠側測距限界位置に相当する平面上に上記パターンを投影した場合の上記要素群（サブパターン）の幅を、測距可能範囲（近側測距限界位置から遠側測距限界位置）に従って変更する手段を更に備えても良い。

【0020】また、上記要素群（サブパターン）が高輝度高彩度色で構成されていることが好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0022】〔第1の実施の形態〕図1の(A)は、本発明の第1の実施の形態に係る距離情報取得装置を示す図である。即ち、この距離情報取得装置は、撮像対象Tにパターンを投影するパターン投影装置PATと、パターンが投影された撮像対象Tの画像を撮像する撮像装置CAM1及びCAM2と、上記撮像装置CAM1、CAM2及びパターン投影装置PATを制御すると共に、撮像した画像を解析処理することにより撮像対象Tまでの距離情報を算出するコンピュータCOMとから構成されている。

【0023】このような構成において、コンピュータCOMが測距開始信号を送信するか、或いは、操作者が撮像装置CAM1（CAM2）の撮像開始スイッチ（図示

せず)を投入することにより、まず、パターン投影装置PATがパターンの投影を開始し、撮像装置CAM1

(CAM2)がパターン投影中の画像を少なくとも1回取得する。次に、この画像がコンピュータCOMに転送され、コンピュータCOMがこの画像を解析し、撮像対象Tの各部までの距離を計算し、三次元データの取得を完了する。

【0024】ところで、本実施の形態では、ハイブリッド型への適用、精度向上なども考慮して、撮像装置を2台記載しているが、もちろん1台の撮像装置でも同様の効果を期待できる。ここでは、説明を簡単にするために、以降、1台の撮像装置(例えば、CAM2)で撮像した場合を説明して行く。

【0025】なお、上記ハイブリッド型とは、例えば、複数の視点から撮影された画像間の対応点を検出し、そのずれ量をもとに距離測定を行うパッシブステレオ方式等と、本発明記載の「パターン投影方式」とを組み合わせたシステムのことを指し示している。

【0026】次に、ここで距離情報取得に際して投影されるパターンの詳細を、図1の(B)及び(C)を参照して説明する。

【0027】即ち、図1の(B)に示すように、パターン片を3個用いてサブパターンSP1を構成し、図1の(C)に示すように、このサブパターンSP1を3個用いて、投影に使用されるパターンP1を形成している。なおこの場合、パターンP1の各パターン片は、基線(パターン投影装置PATと撮像装置CAM2とを結ぶ直線)方向に平行に並んでいる。

【0028】つまり、従来の距離情報取得装置では、基線方向に並んだ9階調(色)の縞模様が必要であったが、本実施の形態によれば、3階調(色)で済む構成となっている。

【0029】ところで、図1の(B)に示すサブパターンSP1の幅は、以下に説明されるように、測距範囲(近側測距限界位置から遠側測距限界位置まで)に基づいて設定することが必要となる。

【0030】まず、測距範囲とサブパターン幅(一つのパターン片が出現してから同一のパターン片が出現する直前までの長さ)の相関関係を図2の(A)を用いて説明する。なおここで、遠側測距限界位置DLとは、該距離情報取得装置の測距できる最も遠い位置、同じく、近側測距限界位置DSとは、測距できる最も近い位置をそれぞれ指すものとする。このような位置を遠側測距限界位置DL及び近側測距限界位置DSとした時、図2の(A)は、その遠側測距限界位置DLに相当する平面(以降、遠側測距限界面PLANEと称する。)上に、厚さ(DL-DS)の直方体BOXが存在する状態を示している。

【0031】このような状態において、上記遠側測距限界面PLANEにパターンP1を投影した時、このパタ

ーンP1を構成しているサブパターンSP1の幅はWである。ここで、P(N)は左からN個目のサブパターンに属する左端のパターン片であり、同様に、P(N+1)はN+1個目のサブパターンに属する左端のパターン片を示している。このため、パターン片P(N)もP(N+1)も同一の光学的特徴を持つ。

【0032】ところで、同図に示すような場合、つまり、撮影された画像中のパターン片P(A)の水平方向(X方向)位置が、遠側測距限界面PLANEに投影したパターン片P(N)と一致してしまった場合、パターン片P(A)に対応するパターン片が、パターン片P(N)であるの、或いはパターン片P(N+1)であるのかを特定することは困難である。言い換えると、測距範囲(DL-DS)とサブパターンSP1の幅Wを適正に選択しないと、パターン片P(A)は「近側測距限界位置DSに存在する撮像対象に投影されているパターン片P(N+1)」なのか、或いは、「遠側測距限界位置DLに存在する撮像対象に投影されているパターン片P(N)」なのかを簡単に特定することは出来ない。逆に言えば、サブパターンSP1の幅をW以上にすれば、撮影画像内で、パターン片P(N+1)が遠側測距限界面PLANEに投影されたパターン片P(N)の位置と重なることはない。

【0033】従って、適当なサブパターンSP1の幅Wを算出することが必要となる。

【0034】次に、このサブパターンSP1の幅Wの設定方法を、図2の(B)及び図3の(A)を参照して説明する。なおここで、簡単のため、パターン投影手段の光源は点光源であり、結像用のレンズ等はなく、また、撮像手段がピンホールカメラであると仮定して説明を行う。実際のシステムにおける詳細な説明は、例えば、文献『Emanuele Trucco, Alessandro Verri, "Introductory Techniques for 3-D Computer Vision", Prentice-Hall, New Jersey, USA, 1998』に述べられているので、ここではその説明を省略する。

【0035】即ち、図2の(B)は、パターン投影法におけるシステムの模式図を示している。このシステムは、パターン投影手段の光源R、撮像手段のピンホールK、撮像対象物であるB及びT1、画像面Gからなる。この図の場合、撮像対象物T1が有るために、上記撮像対象物T1が無い場合には撮像対象物B上の点Aにあるはずのパターン片AがA'にずれて撮像されることになる。

【0036】そこでまず、上記撮像対象物Bが無遠にあると仮定した場合のパターン片の画像面G上でのずれ量(以下視差と呼ぶ)dをパターン認識によって求める。また、ピンホールKから画像面Gまでの距離f、基線長bであるから、ピンホールKと撮像対象物T1までの距離Dは、 $d/f = b/D$

であるので、

$$D = f b / d$$

で求めることができる。

【0037】ここで、図3の(A)に記載される条件の元で考察すると、次のような式が得られる。

$$d S = f b / D S$$

$$d L = f b / D L$$

となる。つまり、サブパターンSP1の最小幅W(図3の(A)におけるA-A'間距離)は、撮像対象物T1

$$W = D L / f (d S - d L) \\ = b (D L / D S - 1)$$

と計算することができる。よって、基線長bと遠側及び近側測距限界位置DL及びDSの3つのパラメータが既知となれば、遠側測距限界位置DLにパターンP1を投影した時の最小サブパターン幅が予測できる。この値以上にサブパターンSP1の幅を設定するようにすれば、図2の(A)に示すような状態は出現せず、同一の光学的特徴を持つパターン片を繰り返し使用しても差し障りはない。

【0039】なお、本実施の形態においては、投影されたパターンP1におけるサブパターンSP1の最小幅W

$$N \leq W P / W$$

となる。

【0041】従って、これらのパラメータ(サブパターン幅W、繰り返し数N)を基に、図1の(C)に示すようなパターンP1の設計に反映させれば良い。

【0042】次に、本実施の形態における繰り返しサブパターンSP1を採用した場合の撮像画像上の各パターン片と投影パターン内の各パターン片との対応を特定する方法を説明する。ちなみに、本プロセスは、パターン投影装置PATが撮像装置CAM2の左側に存在する場合を、図3の(B)を参照して説明する。なお、同様の考え方に基けば、右にある場合についても同様に見える。

【0043】即ち、図3の(B)は、測距範囲内にSP P相当部分に方形の物体が存在した場合の撮像画像(遠側測距限界面PLANEに投影したパターンP1を撮像したパターン画像)P1Gを模式的に示した図である。この条件で、以下の手順で処理を行う。

【0044】(1) 予め、カメラキャリブレーションにより、パターンP1を無限遠(遠側測距限界位置DL)にある撮像対象に投影したと仮定した場合に撮像される画像のパターン片(図中のSPP1, SPP2, SPP3)座標(以下、基準パターン片座標と称する。)を求めておく。さらに、同時に、サブパターン幅wspを記憶しておく。ここで、パターン片座標とは、例えばパターン片の水平方向中心の画像上での水平方向座標のことである。また、サブパターンSP1を繰り返しているため、ある一種類のパターン片に対して、繰り返し数N個の基準パターン片座標が算出される。

… (1)

【0038】即ち、上記(1)式を変形して、撮像対象物T1までの近側測距限界位置DSと遠側測距限界位置DLに対する視差dS、dLは、それぞれ

… (2)

… (3)

までの最短距離(近側測距限界位置DS)と最長距離(遠側測距限界位置DL)とを用いて、

… (4)

を遠側及び近側測距限界位置DL及びDSを用いて規定しているが、これは、それと相似であるので、パターンをプリントしたフィルムにおけるサブパターンの最小幅を、上記視差dS及びdLを用いて規定することと同じである。

【0040】以上のようにして遠側測距限界位置DLにパターンP1を投影した時の最小サブパターン幅Wが予測できたならば、サブパターンSP1の繰り返し数Nは、遠側測距限界面PLANE上で必要とされるパターン全体の幅をWPとすれば、

… (5)

【0045】(2) 次に、撮像画像P1G内のパターン片(図中のSPP)のパターン片座標を認識する。

【0046】(3) そして、各パターン片に対応する基準パターン片座標と、上記(2)で算出されたパターン片座標とを比較して、右にある基準パターン片座標との差(d2, d3)を算出し、その差が、上記記憶されたサブパターン幅wspよりも小さい値(図の場合d2)を視差とする。つまり、「撮像画像P1G内のSP Pは、SPP2と対応する」と特定されたことになる。

【0047】以上のように、本第1の実施の形態によれば、光学的に判別可能な特徴を持つ3種類のパターン片でサブパターンSP1が構成され、上記サブパターンSP1を3つ組み合わせて得られたパターンP1を用い、撮像画像P1Gに映っているパターン片の光学的特徴と位置座標に基づいて、上記撮像画像P1Gに映っているパターン片それぞれが上記パターンP1中のどのサブパターンSP1に属するパターン片かの対応を特定し、その特定結果を利用して、撮像対象Tまでの距離情報を算出するようにしているので、それぞれのパターン片間の差異を大きくすることができるため、従来例のような、いわゆる中間調の多用による量子化誤差の発生を抑止し、測距エラーを防止できるようになる。

【0048】また、投影パターン装置の精度緩和や、パターン生成手段、いわゆるパターンマスク(フィルタ、フィルム)などの要求精度の緩和、製造工程の容易化を期待できる。

【0049】更に、従来に比べてパターン片の種類が少なくなるので、コンピュータCOMでの計算量が減少

し、高速処理が可能となる。

【0050】なお、パターンP1中におけるサブパターン部分を明確にするため、図においては、サブパターン外周に黒枠（太線）を付加してあるが、これらは存在しなくても良い（もちろんあっても良い）。

【0051】また、パターン中のパターン片毎のハッチングあるいは着色は、機能明確化のために便宜的に施されたものである。よって、実施に当たっては、それぞれのパターン片を区別するために色、階調、模様など光学的に判別可能となるように処理が施されていることを示している。

【0052】これら黒枠やハッチング等については、以下に説明する実施の形態においても同様である。

【0053】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0054】本第2の実施の形態は、単純多階調の繰り返しサブパターンの例である。

【0055】即ち、上記第1実施の形態と同じ考え方を採用しているが、測距精度の向上のため、図4の（A）に示すように、サブパターンSP2を、9個のパターン片で構成したものである。そして、図4の（B）に示すように、このようなサブパターンSP2を3個用いて、投影に使用されるパターンP2を形成している。

【0056】このような構成とすることによって、従来27階調（色）必要であったパターン片が1/3の9階調（色）で事足りることは明らかである。

【0057】また、色、もしくは階調の配置規則としては、隣り合うパターン片ができるだけ輝度値が離れている、もしくは彩度が離れているように配置することが考えられる。例えば、9階調のパターン片で構成した場合、パターン片の並びを「5階調→9階調→4階調→8階調→3階調→7階調→2階調→6階調→1階調」の様にすると、隣り合う各パターン片間の差異が4または3階調となり、階調数の減少に加えて、量子化誤差に対する耐性が改善される（トータルとしては、少なくとも $3 \times 3 = 9$ 倍の光学的信号の差異の改善となる）。

【0058】なお、このような色又は階調の配置規則は、上記の及び後述するような他の実施の形態でも同様に適用することが好ましい。

【0059】〔第3の実施の形態〕次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。

【0060】本第3の実施の形態は、図5の（A）乃至（D）に示すように、3階調を使って、コード化パターン片を作成したものである。ここで、コード化パターン片とは、同図の（A）に示すような3個のパターン片要素SP3R、SP3G、SP3Bを用いて、同図の

（B）に示すように、パターン片要素（緑）SP3Gの両側にパターン片要素（赤）SP3R或いはパターン片要素（青）SP3Bを配置して形式したものである。パターン片要素SP3Gの左右に置くパターン片要素SP

3R及びSP3Bの組み合わせを利用すれば、SP3C1、SP3C2、SP3C3、SP3C4のように4種類のコード化パターン片を構成することができる。そして、これらのコード化パターン片SP3C1、SP3C2、SP3C3、SP3C4を使用して、同図の（C）に示すようなサブパターンSP3及び同図の（D）に示すようなパターンP3の形成する。

【0061】このようなコード化パターン片を用いた場合には、まずコード化パターン片要素SP3Gを検出し、その両側の色もしくは階調を認識することによってコードを一意に認識可能である。

【0062】なお、このようにまずコード化パターン片要素SP3Gを検出という認識手順であるので、コード化パターン片を中央にコード化パターン片要素SP3Gに配置して構成しているが、他の色又は階調を基準にする認識手順とすれば、その色又は階調のコード化パターン片要素を中央に配したコード化パターン片とすることになる。

【0063】このようなコード化されたパターン片を使用したものであっても、前述の第1の実施の形態と同様の効果を期待できることは言うまでもない。

【0064】なお本実施の形態においては、3階調の使用に制限されても、4種類のパターン片を表現することができる点で、他の実施の形態と異なる。

【0065】〔第4の実施の形態〕次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。

【0066】本第4の実施の形態は、2次元配置繰り返しサブパターンの例である。

【0067】即ち、図6の（A）に示すようなそれぞれ異なる順序で色もしくは階調を配したパターン片を用いた2次元配列のサブパターンSP4を、同図の（B）に示すように、3個用いて、投影に使用されるパターンP4を形成している。

【0068】このような2次元的配置でも他の実施の形態と同様な効果は期待できる。

【0069】さらに、他の実施の形態のように1つのパターン片が単一の色であると、撮像対象Tの色とパターン片の色とが同じ場合、そのパターン片での測定が不能となってしまうが、本実施の形態のような2次元配置とすることで、そのような測定不能部位の発生を防ぐことが可能となる。

【0070】なお、色もしくは階調の配置としては、例えば、隣り合うパターン片ができるだけ輝度値が離れている、もしくは彩度が離れているように配置することが考えられる。

【0071】〔第5の実施の形態〕次に、本発明の第5の実施の形態を説明する。

【0072】本第5の実施の形態は、高輝度高彩度でパターン投影を行うものである。

【0073】即ち、投影されるパターンを高輝度、高彩

度のものとする。

【0074】例えば、光源の前面にパターンが記録されているモノクロフィルムを置き、その透過光を対象に投影させるタイプの投影装置において、パターンの輝度が高くなるようにフィルムの最低透過率を25%以上、より好ましくは50%以上とすることが効果的であることが経験的に判明している。または、パターンの輝度階調が256階調存在するならば、128階調以上のものを使用するのが好ましい。

【0075】一方、この場合の高彩度は、色を表現する空間はさまざまあるが、例えばRGB空間で考えればRGBがそれぞれ256階調である場合に、彩度をRGB空間における原点を通り(1, 1, 1)方向の直線からの距離で定義すれば、100以上であるものを意味する。

【0076】投影パターンの輝度や彩度が高ければ、撮像画像内のパターンもシャープなものが得られることは言うまでもない。これはシステム内外のノイズに対するイミュニティの向上にもつながり、光源の光量の削減なども期待できる。

【0077】[第6の実施の形態]次に、本発明の第6の実施の形態を説明する。

【0078】本第6の実施の形態は、一部に位置検出マークを備えた投影パターンである。即ち、図4の(C)に示すように前述の第2の実施の形態のようなサブパターンSP5を3個用いて、投影に使用されるパターンを形成するものであるが、本実施の形態においては、図4の(D)に示すように、パターンP5には、更に、何番目のサブパターンであるかが一意に決められるように、例えば、水平方向に各サブパターンで異なるマーク(模様)P5Mを入れるものである。

【0079】このようなパターンP5を用いれば、上記マークP5Mを確認することで、あるパターン片がどのサブパターンSP5に属していたかを確認することができる。よって、マークP5Mの周辺に関しては、測距範囲以外に物体があったとしても、その物体が許容している距離範囲以外にあるということが認識できる。(図2の(A)記載のような画像が撮像された場合、マークP5Mの存在により、撮像対象Tが測距可能範囲外に存在していることを検出可能となる。)なお、マークP5Mの位置は、同図のような真中でなく、端でも良い。

【0080】[第7の実施の形態]次に、本発明の第7の実施の形態を説明する。

【0081】本第7の実施の形態は、繰り返しサブパターンにおいて、測距条件により上記最小サブパターン幅W及びサブパターンの繰り返し数Nを最適に設定するものである。

【0082】即ち、前述したように、測距範囲(DLS)と基線長bとからサブパターン幅Wと繰り返し数Nが決定される。よって、よりワイドな測距レンジを得

ようすると、サブパターン幅Wが増加し、繰り返し数Nが減少することが予想される。そこで、全測距範囲を2または3のゾーンに分割し、そこで最適化されたパターンを投影することが考えられる。この切替えは、オペレータがパターン投影用スライドを交換しても良いし、機械的にスライドをゾーンA用、ゾーンB用、ゾーンC用と切り替えても良い。

【0083】より好ましい例としては、機械的なスライド切替えの代わりに、透過型の液晶装置を組み込んだものが挙げられる。この液晶に所望の信号を印加し、各ゾーン(測距範囲)に適合したパターンを生成するもので、いわば、液晶プロジェクタのような構成としたパターン投影装置である。この切替え自体は、撮像画像を解析するコンピュータが行っても良いし、撮像装置内の制御部、あるいは操作者が行ってもその効果は期待できる。

【0084】[第8の実施の形態]次に、本発明の第8の実施の形態を説明する。

【0085】本第8の実施の形態は、複数のサブパターンを用いた例である。

【0086】即ち、図7の(A)に示すようなサブパターンSP2と同図の(B)に示すようなサブパターンSP3の2種類のサブパターンを用いて、同図の(C)に示すようにパターンP6を構成する。この場合、サブパターンSP3をパターンP6の中央に配置し、その両側にサブパターンSP2を1個づつ付加してある。これによれば、パターン片の種類が増加するが、他の実施の形態と近い効果を期待できる。

【0087】また、部分的に光源の光量が違う、もしくは撮影対象Tの輝度、彩度が部分的に違うと予めわかっているときに、光量もしくは撮影対象Tに合わせて複数のサブパターンを配置することによって、より認識し易くするものである。

【0088】さらに、中央或いは左右端など特殊な意味を持ったサブパターンにユニークなものを使用すれば、中央、左右端などのサブパターンに属するパターン片を特定し易いなども期待できる。

【0089】[第9の実施の形態]次に、本発明の第9の実施の形態を説明する。

【0090】本第9の実施の形態は、一部のみが繰り返すサブパターンの例を示すものである。

【0091】即ち、図8の(A)に示すようなサブパターンSP2を、同図の(B)に示すように、2回繰り返し、更にそのサブパターンSP2の一部を付加して、パターンP7を生成するものである。

【0092】このようにしても、他の実施の形態と同様の効果を期待できる。更に、あるサブパターン幅に対してどのようなパターン幅にも対応できる。

【0093】以上実施の形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されるもので

はなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なのは勿論である。

【0094】例えば、サブパターンの形状は、長方形に限らず、台形、円形、菱形等でも良い。

【0095】また、サブパターンは、サブパターン片の縦方向ストライプに限らず、正弦波、矩形波、三角波等でも良い。

【0096】更に、部分的に異なるサブパターンを繰り返しても良い。

【0097】また、上記第1の実施の形態で記載した構成は、投影装置PAT、撮像装置CAM1 (CAM2)、制御解析装置としてのコンピュータCOMが別体となっているが、これらの装置が全て或いは一部が一つの筐体に組み込まれていても良い。

【0098】あるいは、パターンを投影した撮像対象Tの画像を一旦撮像装置に保存し、オフラインのコンピュータでバッチ処理を行うようにすることもできる。

【0099】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、測距エラーを防止できると共に、製造工程の簡略化や管理、キャリブレーションなどの容易化を成し遂げることの可能な距離情報取得装置又はシステム、パターン投影装置、及び、距離情報取得方法を提供することができる。

【0100】即ち、サブパターンの繰り返しを使用することにより、それぞれのパターン片間の差異を大きくすることが出来る為、従来例のような、中間調の多用による量子化誤差の発生を抑止し、いわゆるコードの誤検出を原因とする測距エラーを防止することができる。

【0101】また、サブパターン幅及びサブパターン繰り返し数を必要最小限にすることができるため、コードの誤検出を抑止した上で、最小のコード数(階調数、色数)で測距を精度良く行うことができる。

【0102】更に、階調数又は色数が減少するため、パターン生成手段(投影装置用スライド)の製造が容易になる。

【0103】更にまた、階調数又は色数が減少するため、制御解析装置としてのコンピュータ計算量が少なくなるので、処理の高速化が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は本発明の第1の実施の形態に係る距離情報取得装置の構成を示す図であり、(B)及び(C)はそれぞれ第1の実施の形態におけるサブパターン及びパターンを示す図である。

【図2】(A)は測距範囲とサブパターン幅の相関関係を説明するための図であり、(B)はパターン投影法におけるシステムの模式図である。

【図3】(A)はサブパターンの幅の設定方法を説明するための図であり、(B)は測距範囲内に方形の物体が存在した場合の撮像画像を模式的に示した図である。

【図4】(A)及び(B)はそれぞれ本発明の第2の実施の形態におけるサブパターン及びパターンを示す図であり、(C)及び(D)はそれぞれ本発明の第6の実施の形態におけるサブパターン及びパターンを示す図である。

【図5】(A)乃至(D)はそれぞれ本発明の第3の実施の形態におけるパターン片要素、コード化パターン片、サブパターン、及びパターンを示す図である。

【図6】(A)及び(B)はそれぞれ本発明の第4の実施の形態におけるサブパターン及びパターンを示す図である。

【図7】(A)及び(B)はそれぞれ本発明の第8の実施の形態におけるサブパターンを示す図であり、(C)はそれら2種類のサブパターンを用いた第8の実施の形態におけるパターンを示す図である。

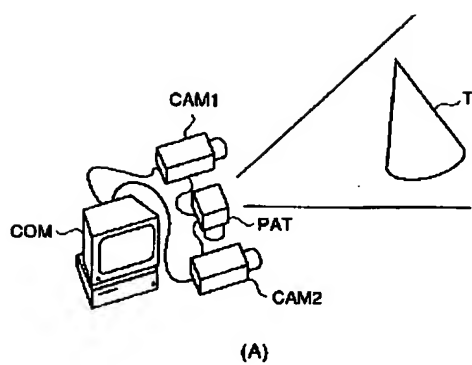
【図8】(A)及び(B)はそれぞれ本発明の第9の実施の形態におけるサブパターン及びパターンを示す図である。

【図9】(A)は従来の距離情報取得装置の構成を示す図であり、(B)は従来のパターンを示す図である。

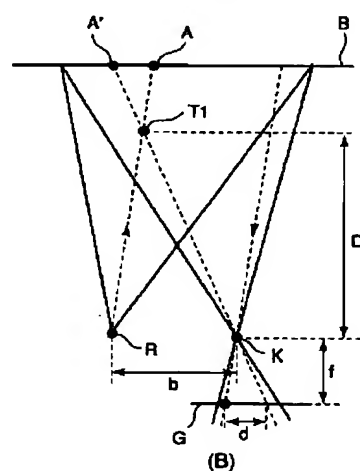
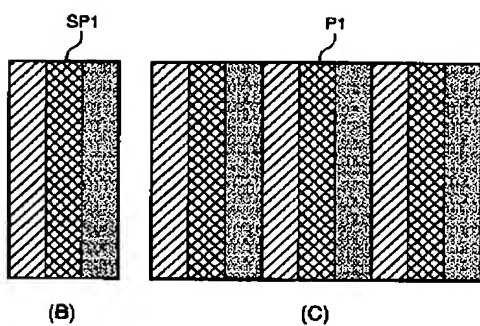
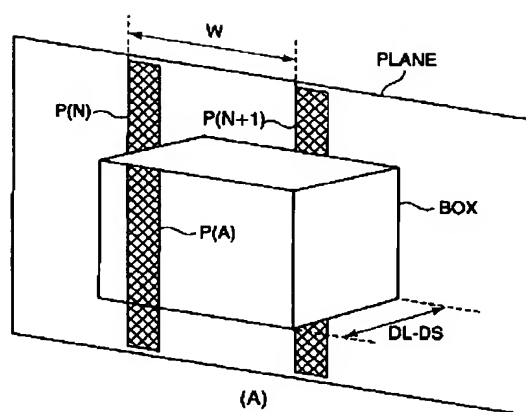
【符号の説明】

b 基線長
B, T1 撮像対象物
CAM1, CAM2 撮像装置
COM コンピュータ
dL, dS 視差
DL 遠側測距限界位置
DS 近側測距限界位置
f ピンホールから画像面までの距離
G 画像面
K ピンホール
P, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 パターン
P1G 撮像画像
P5M マーク
P(A), P(N), P(N+1) パターン片
PAT パターン投影装置
PLANE 遠側測距限界面
R 光源
SP1, SP2, SP3, SP4, SP5 サブパターン
SP3C1, SP3C2, SP3C3, SP3C4 コード化パターン片
SP3R, SP3G, SP3B コード化パターン片要素
T 撮影対象
wsp 撮像画像上におけるサブパターン幅
W サブパターン幅
WP 遠側測距限界面上で必要とされるパターン全体の幅

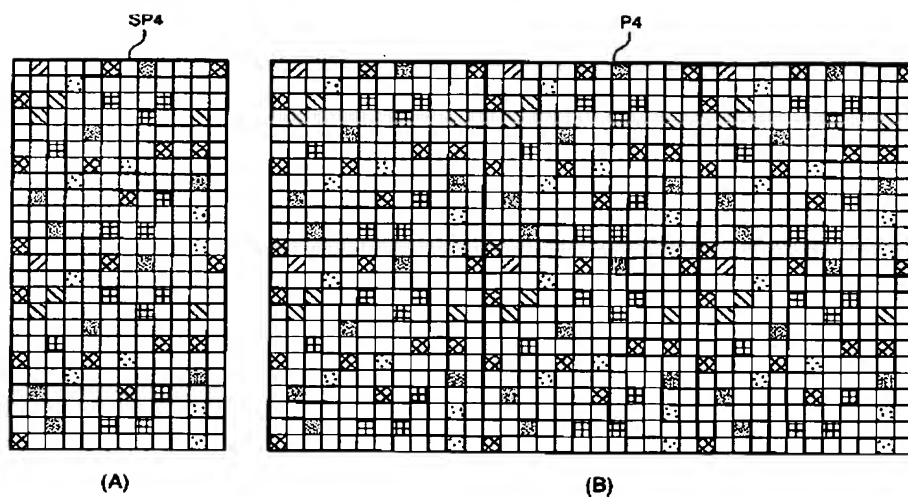
【図1】



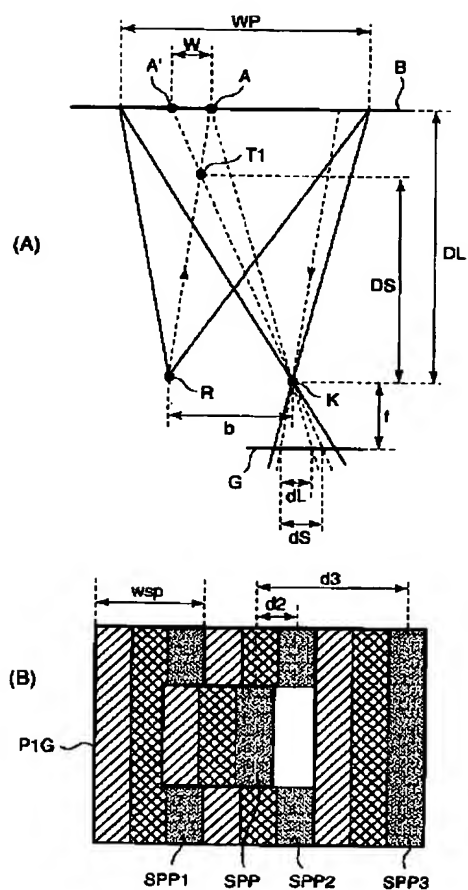
【図2】



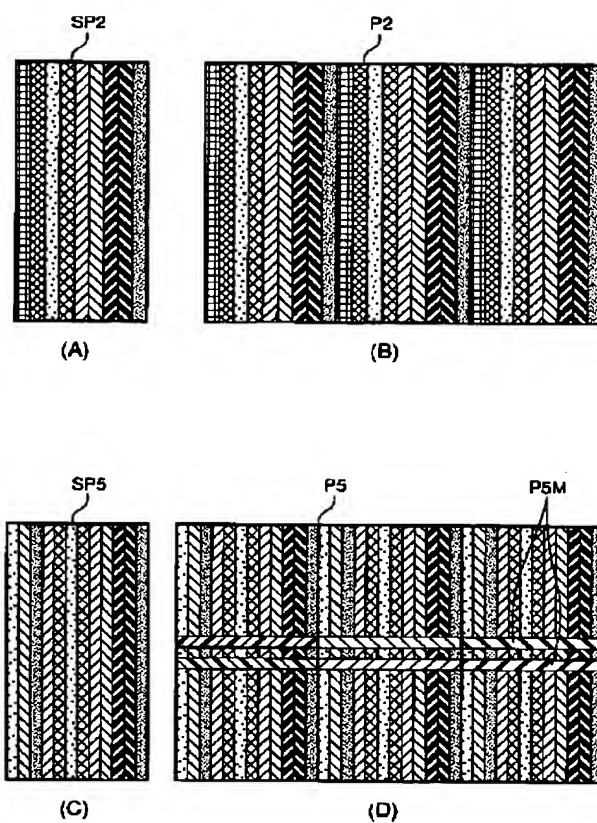
【図6】



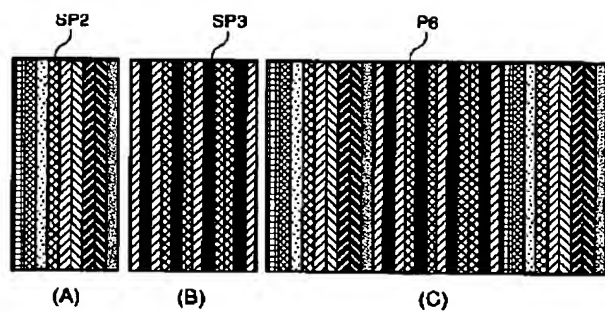
【図 3】



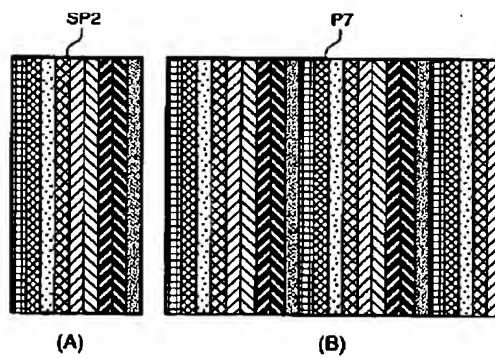
【図 4】



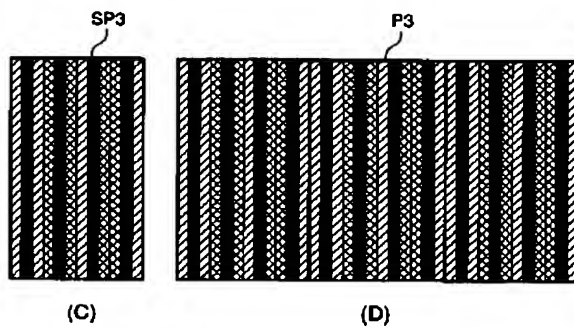
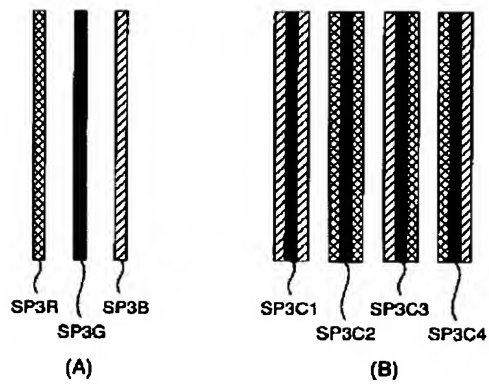
【図 7】



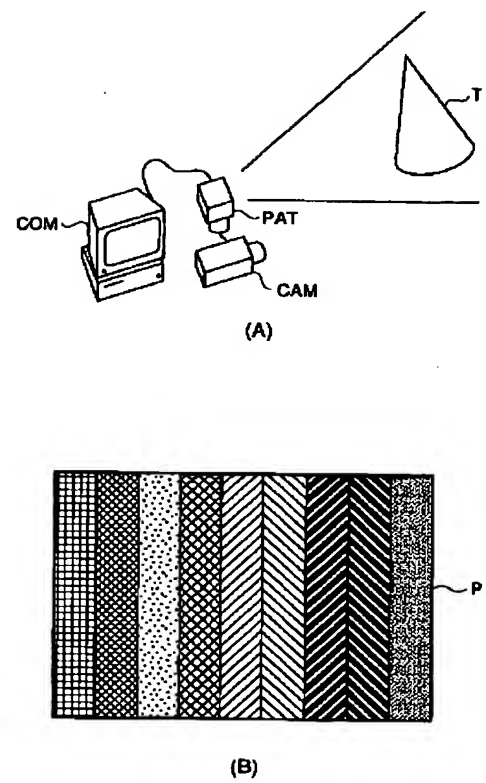
【図 8】



【図5】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA02 BB02 BB05 BB29 EE05
 FF05 FF07 FF24 GG01 HH07
 JJ03 JJ05 JJ26 QQ21 QQ25
 QQ32
 5B057 AA20 BA02 DA17 DB03 DB09
 DC22 DC30 DC33